Nuove tecnologie di stampa

Le stampanti sono normalmente utilizzate in uffici, laboratori, centri commerciali, ecc. In questi locali operano spesso molte persone, per cui viene richiesto il rispetto di alcune normative relative al livello di rumore ammesso nell'ambiente di lavoro.

Il funzionamento delle stampanti descritte nel capitolo precedente è di tipo meccanico, per cui il livello del rumore che producono è abbastanza elevato. Per risolvere i problemi legati alla rumorosità di queste apparecchiature, e a causa dell'enorme quantità di carta stampata prodotta, i costruttori si stanno attualmente orientando verso nuove tecniche di stampa senza impatto, meno rumorose e più rapide.

Le tecniche di stampa senza impatto attualmente utilizzate sono:

- *stampa a pressione con getto di inchiostro,*
- *stampa a pressione per trasferimento termico,*
- *stampa ottenuta ionizzando un tamburo magnetico,*
- *stampa con raggio laser.*

Attualmente si utilizzano maggiormente le tecniche di stampa senza impatto, poiché sono meno rumorose e più veloci

Le stampanti a getto di inchiostro possono essere sincrone o asincrone

Queste tecniche di stampa hanno prodotto un salto di qualità nel mondo delle stampanti, fornendo allo stesso tempo notevole efficacia ed elevata qualità. Tuttavia, le stampanti più utilizzate attualmente sono ancora quelle ad impatto, in particolare quelle a matrice di punti, soprattutto da una certa fascia di utenti (studenti, hobbisti, piccoli imprenditori, ecc.), a causa del loro costo che è decisamente inferiore rispetto alle stampanti dell'ultima generazione; il fattore rumorosità in queste applicazioni non è preminente. Inoltre, il rumore generato dai modelli di stampanti ad impatto più recenti non è elevato.

Meccanismo utilizzato per la stampa a getto di inchiostro, nel quale la direzione della goccia viene controllata per mezzo di una modulazione di ampiezza degli impulsi

LA STAMPANTE A GETTO DI INCHIOSTRO

Le stampanti a getto di inchiostro sono quelle che attualmente si stanno imponendo maggiormente tra gli utilizzatori di fascia medio bassa, in concorrenza con le stampanti à matrice di punti, poiché vengono proposte con dei prezzi competitivi e con delle prestazioni nettamente superiori: sono più veloci, sufficientemente silenziose, e la loro qualità di stampa è decisamente di buon livello.

Gruppo della testina di stampa a getto di inchiostro

Le stampanti a getto di inchiostro si trovano in commercio in due versioni, in funzione del modo con cui vengono gestite le gocce di inchiostro. Si possono quindi distinguere due categorie:
- *stampanti a getto di inchiostro sincrone,*
- *stampanti a getto di inchiostro asincrone.*

Le stampanti di tipo sincrono si caratterizzano per il fatto che il getto di inchiostro viene spruzzato in modo continuo; le gocce vengono direzionate da un campo elettrico, che provoca la loro dispersione sulla carta in modo da formare i diversi caratteri che vengono inviati dal PC verso la stampante per la relativa rappresentazione grafica. In queste stampanti, quando non viene richiesto il processo di stampa, oppure quando il getto non viene completamente trasferito sulla carta, per non sprecare prodotto le gocce di inchiostro vengono rinviate ad un deposito di recupero per essere nuovamente utilizzate in una successiva stampa.

Le stampanti a getto di inchiostro di tipo asincrono sono caratterizzate dal fatto che l'inchiostro non fluisce costantemente, ma viene inviato alla testina di stampa su richiesta, quando il PC invia l'ordine di stampa. Si possono distinguere due diverse categorie di stampanti asincrone, in funzione della tecnologia con le quali sono costruite:
- *tecnica di collisione e deflessione della goccia di inchiostro:* caratterizzata dall'impiego di due cartucce di inchiostro a pressione.

Queste due cartucce producono contemporaneamente delle microgocce di inchiostro che collidono tra di loro in un punto determinato adiacente gli orifizi di uscita delle cartucce; per mezzo di un sistema a modulazione di ampiezza degli impulsi viene controllata la direzione che devono prendere le macrogocce di inchiostro che si formano dalla collisione delle microgocce espulse dalle due cartucce. Questa tecnica di stampa è utilizzata in particolare dalla NEC.

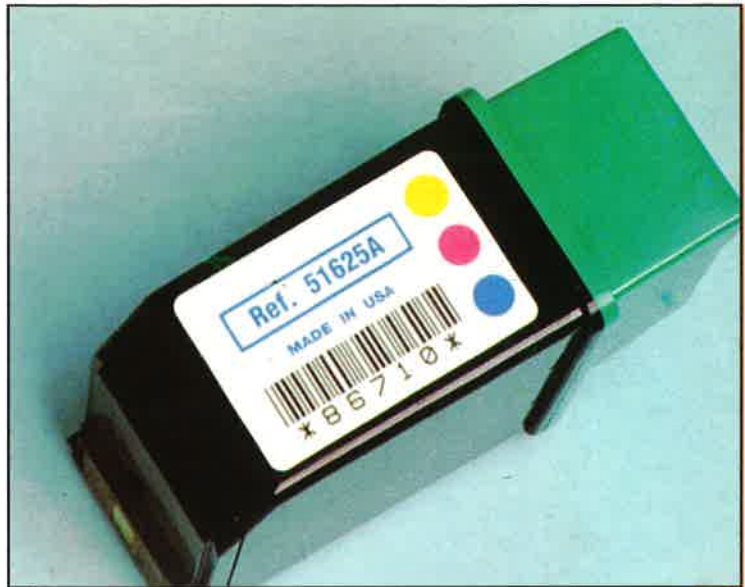
- *tecnica a micropunti:* questa tecnologia sfrutta una sola cartuccia, dalla quale l'inchiostro viene espulso per pressione per generare un getto continuo. Quando il computer invia alla stampante il comando di stampa, alcuni cristalli piezoelettrici producono un segnale di sincronizzazione che interrompe il getto continuo di inchiostro, generando in questo modo piccole gocce che rappresentano i micropunti; da questi prende il nome questo tipo di tecnica. I micropunti vengono caricati elettrostaticamente per mezzo di alcuni elettrodi, che provocano la loro dispersione e di conseguenza la generazione della stampa dei caratteri sulla carta nella posizione opportuna.

Gli elettrodi agiscono a loro volta come placche di deflessione.

Con questa tecnica si ottengono valori di risoluzione molto elevati, che dipendono dalla frequenza e dalla dimensione del foro di uscita della cartuccia: con una frequenza di 124 kHz e un orifizio della cartuccia di 0,65 micron si ottiene una risoluzione di 400 punti per pollice, mentre con una frequenza di 245 kHz ed un orifizio della cartuccia di 30 micron la risoluzione può arrivare a 1.000 punti per pollice.

Una caratteristica particolare di queste stampanti è costituita dal fatto che consentono la stampa a colori; questa prerogativa apre nuove opportunità e prospettive agli utenti dei personal computer. I colori fondamentali, da cui vengono ricavati anche i colori composti, sono tre:

- *azzurro-ciano,*
- *magenta,*
- *giallo.*

La stampa a colori si ottiene per mezzo di una tecnica simile a quella utilizzata nei televisori a colori, nei quali il segnale video viene generato dai tubi a raggi catodici nei tre colori fondamentali rosso, verde e blu, che vengono opportunamente miscelati per ottenere le diverse tinte richieste. Questa tecnologia di stampa è stata sviluppata principalmente dalla casa produttrice giapponese Hitachi, ma viene utilizzata anche da altre aziende meno conosciute.

Cartuccia di inchiostro di una stampante a getto di inchiostro

STAMPANTI A TRASFERIMENTO TERMICO

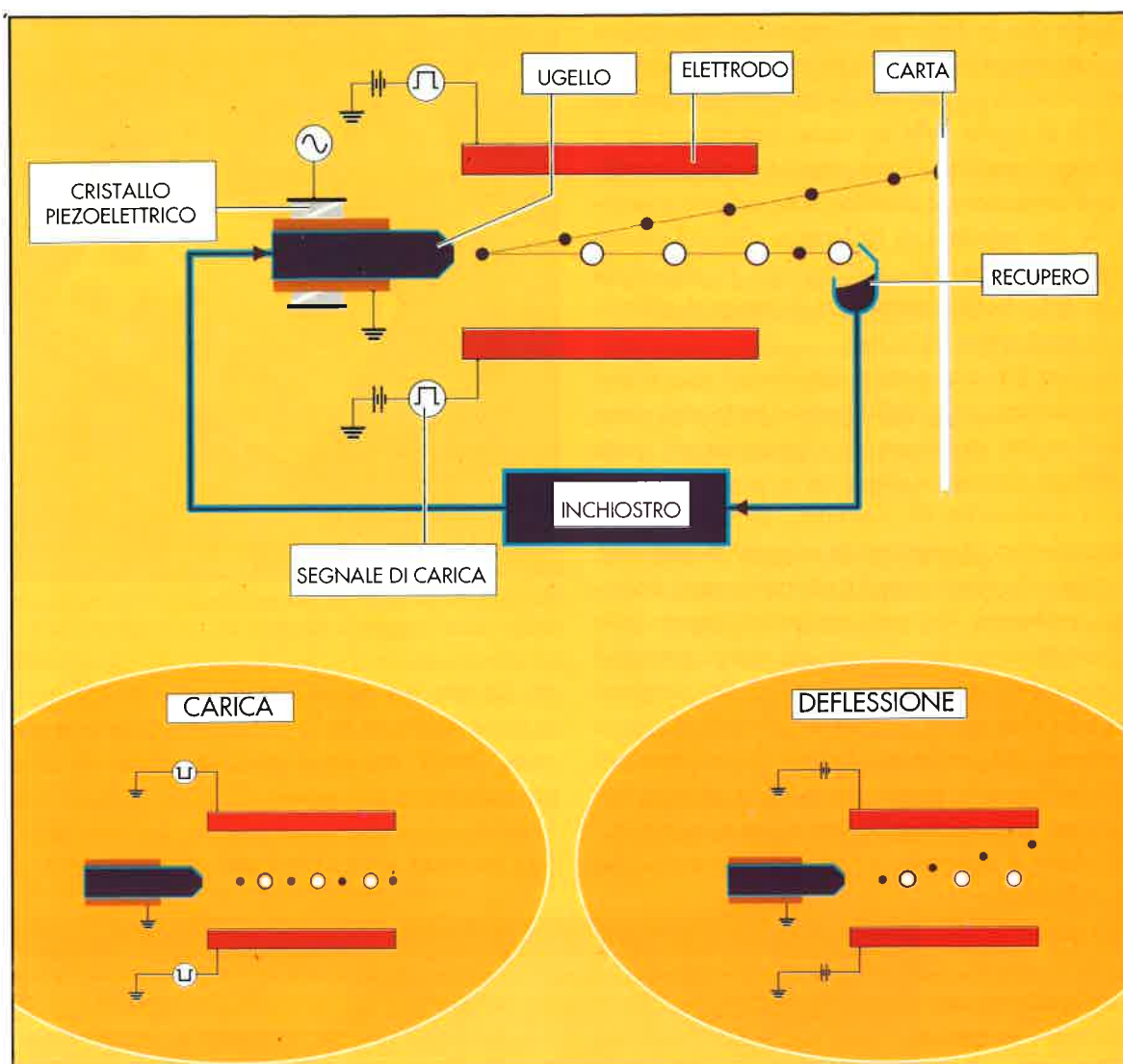
Un altra categoria di stampanti che attualmente riscuote molto successo è costituita dalle stampanti termiche.

Il loro funzionamento si basa, a grandi linee, sull'utilizzazione del calore per la fusione dell'inchiostro su di un supporto.

In questo tipo di stampanti la formazione dell'immagine o del testo si ottiene per mezzo di una testina di stampa termica che riscalda e fonde l'inchiostro su di un supporto di base; l'inchiostro, dopo essere stato fuso su questo supporto, viene trasferito sui fogli di carta predisposti per la stampa.

La testina di stampa è normalmente a matrice di punti (diversa da quella utilizzata nelle stampanti ad aghi).

Queste stampanti hanno conquistato una buona fetta di mercato anche grazie al fatto che consentono la stampa a colori anche su lucidi trasparenti, molto utilizzati nei centri di addestramento o per la preparazione di relazioni per conferenze. Ciò ha portato ad un notevole incremento dello sviluppo tecnologico di queste periferiche, con il risultato che attualmente in commercio sono disponibili

Le stampanti a trasferimento termico basano il loro funzionamento (a grandi linee) sull'impiego del calore per la fusione dell'inchiostro sul materiale di supporto

Tecnica dei micropunti utilizzata in alcuni modelli di stampanti a getto di inchiostro

stampanti termiche con una piccola testina a 16 punti e con una velocità di 45 cps, che forniscono una buona qualità di stampa e allo stesso tempo un livello di rumore ambientale inferiore ai 50 dB.

Per stampare un punto sulla carta gli aghi contenuti nella testina termica vengono riscaldati per fondere la cera

FUNZIONAMENTO DELLA STAMPANTE TERMICA

Il principio su cui si basa il funzionamento di queste stampanti è il seguente: la stampa di un punto avviene tramite il riscaldamento pressoché istantaneo degli aghi contenuti nella testina termica, che fondono la cera depositata sul nastro di stampa plasmandola sul foglio di carta che deve essere impresso. La testina è sempre a contatto con il foglio di carta, ma la cera viene trasferita solamente quando la temperatura di uno o più aghi della testina raggiunge un valore sufficientemente elevato. La risoluzione della stampante è determinata dai tempi di riscaldamento degli aghi e dalla temperatura richiesta per il trasferimento, per cui l'impegno maggiore dei costruttori è orientato proprio verso il miglioramento di questi due parametri.

Per ottenere le diverse tonalità di colore si inizia sempre con la stampa del colore giallo. I diversi colori presenti sul nastro di stampa sono separati da una sottile riga nera, che serve alla testina per riconoscere quello selezionato per la stampa. Se il colore non è quello richiesto, la testina attende finché quello desiderato non si trova perfettamente allineato, e solo in quel momento trasferisce sul foglio di carta il grafico o il testo che deve essere riprodotto.

CARATTERISTICHE DELLA STAMPANTE TERMICA

L'acquisto di una stampante di tipo termico è legato alla necessità di dover riprodurre grafici o testi a colori (ad esempio, diagrammi a barre, figure geometriche, presentazioni, ecc.) con un costo dell'apparecchiatura relativamente contenuto. Di conseguenza, le caratteristiche fondamentali che devono essere valutate per la scelta del modello più idoneo sono:

- *i colori di stampa,*
- *la porta con cui comunica con il computer,*
- *il grado di risoluzione*
- *la velocità di stampa.*

Generalmente i colori che una stampante termica può riprodurre sono 7: rosso, verde, azzurro, ciano, magenta, giallo e nero.
Questi sette colori, come già detto in precedenza, si ottengono miscelando gli inchiostri dei tre colori fondamentali presenti sul nastro di stampa, costituiti dal giallo, dal ciano e dal magenta.
In commercio esistono diversi modelli di stampanti termiche, che differiscono tra di loro per il modo con cui ricevono l'informazione dal PC. Questa operazione può avvenire attraverso la porta Centronics o tramite un ingresso video.
Utilizzando la porta Centronics la stampante riceve direttamente dal computer i colori giallo, magenta e ciano. Se si utilizza il collegamento video invece, i dati vengono trasmessi nei colori rosso, verde e blu. La risoluzione di queste stampanti varia in funzione del modello; tuttavia, le stampanti più comuni forniscono una risoluzione di 4 punti per millimetro.
Il tempo di stampa è normalmente di 45 secondi per i diversi tipi di risoluzione della stampante.

LA STAMPANTE ELETTROSTATICA

Questa tecnica di stampa è anche conosciuta come *diretta*, e il suo principio di funzionamento è basato sull'applicazione di una carica elettrica generata da un elettrodo posizionato sul retro del foglio che deve essere impresso. Quando viene inviato il comando di stampa, l'elettrodo carica elettrostaticamente il foglio di carta, attivando solamente i pixel necessari per la formazione dei caratteri. Su questo foglio viene perciò creata un'immagine virtuale del testo o dell'oggetto della stampa, costituita da una serie di punti invisibili caricati elettro-staticamente. Successivamente Il foglio così caricato viene portato a contatto con un toner liquido, composto da piccole particelle di solvente e di inchiostro in sospensione, che aderiscono alle zone caricate della carta e reagiscono con questa grazie ad una sostanza chimica presente sulla stessa che provoca il loro fissaggio definitivo. Come si può facilmente dedurre, per queste stampanti è necessario utilizzare un tipo di carta speciale in grado di poter essere caricata elettrostaticamente, per cui il suo costo è decisamente superiore a quello della carta comune.

Nelle stampanti a getto di inchiostro il caricamento della carta è generalmente automatico

LA STAMPANTE LASER

Poiché gli utenti richiedevano alle stampanti una velocità sempre maggiore ed una qualità di stampa più elevata, i costruttori hanno sviluppato un prodotto rivoluzionario e lo hanno immesso in commercio con il nome di *stampante laser*. Il funzionamento di queste apparecchiature deriva dalla combinazione delle esperienze fatte sull'impiego della tecnica del raggio laser e nel campo delle fotocopiatrici; la fusione di queste due tecnologie ha permesso la creazione di stampanti molto veloci e con qualità di stampa decisamente superiore a quella di qualunque altro tipo di stampante.
La ricerca e lo studio di queste stampanti iniziò nel 1973 nel centro di ricerca Xerox di Palo Alto; in questi laboratori i tecnici riuscirono ad accoppiare il raggio laser alla tecnologia utilizzata per la costruzione delle fotocopiatrici, proponendo in commercio nel 1974 la prima stampante laser.

In una stampante laser l'elemento di stampa è costituito da un raggio laser a bassa potenza

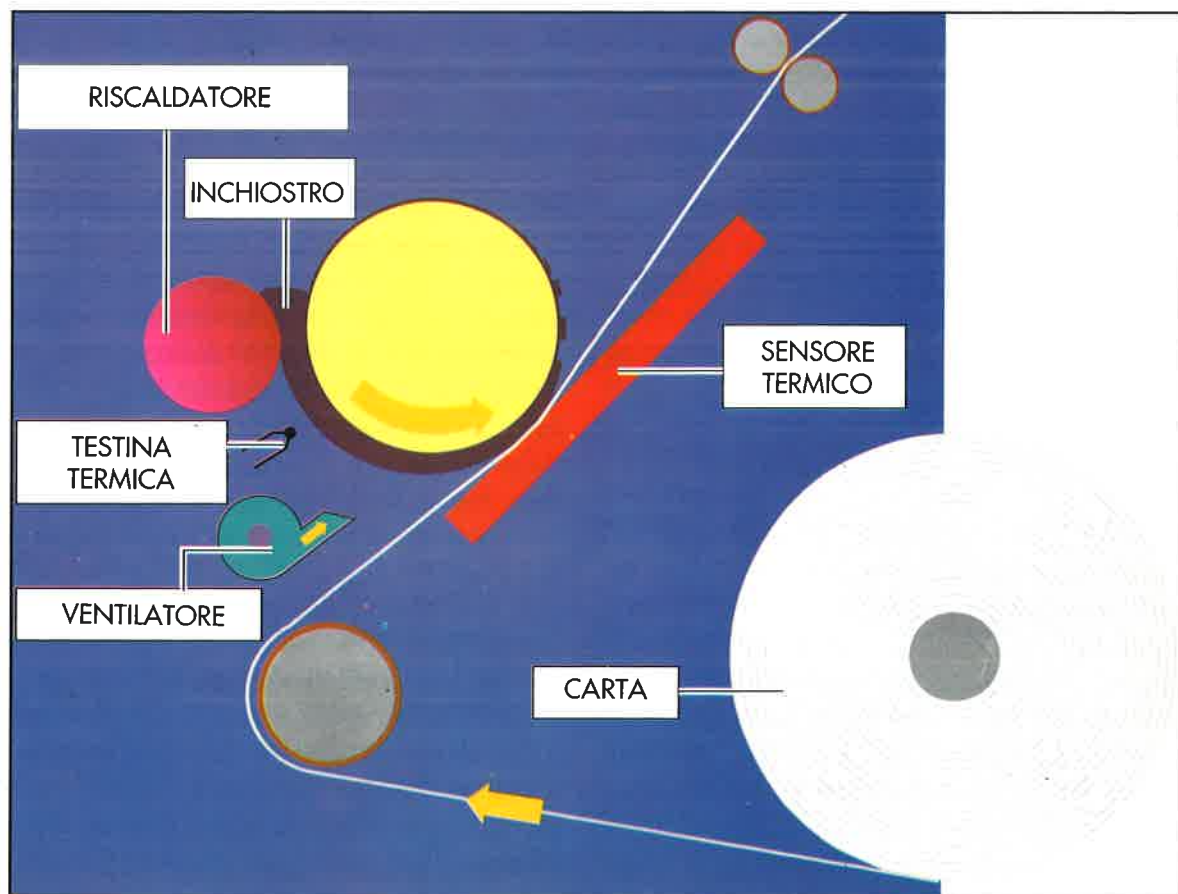
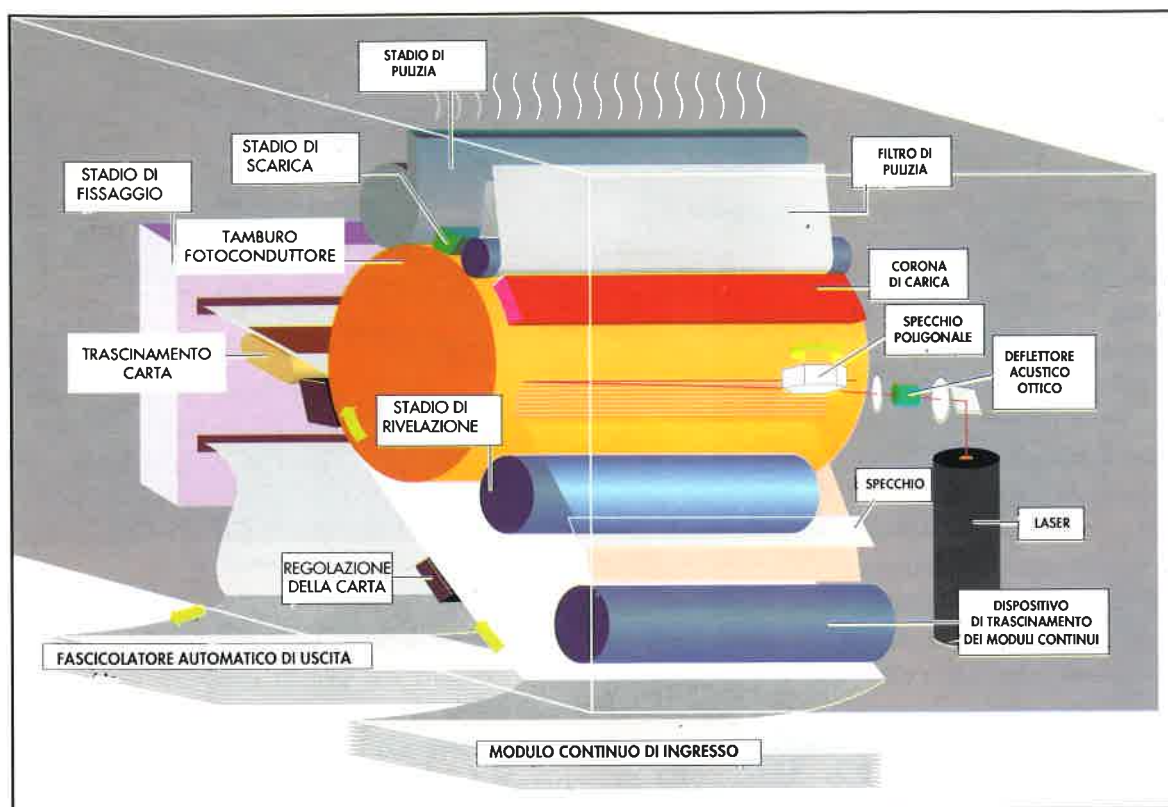
La stampante laser è diventata la più richiesta

In queste apparecchiature l'elemento di stampa è costituito da un cannone laser a bassa potenza, che genera un raggio modulato in modo tale da determinare il passaggio o l'interruzione del fascio di luce.
Per mezzo di un disco formato da specchi il raggio laser viene deviato in modo che il fascio luminoso incida su di un tamburo fotoconduttore i diversi caratteri che devono essere stampati, e che quindi risultano tracciati elettricamente. Ruotando, la superficie del tamburo viene a contatto con una polvere di inchiostro denominata *toner*, che aderisce solamente alle zone colpite dal raggio laser. Questa polvere viene successivamente trasferita sul foglio di carta predisposto per la stampa.

Elementi costruttivi della laser

Le stampanti laser sono considerate macchine intelligenti, poiché combinano un software e un hardware per eseguire le diverse funzioni in modo automatico. Queste stampanti sono controllate da microprocessori molto potenti, come il microprocessore a 32 bit 68030 della Motorola. Inoltre, sono dotate anche di una memoria di lettura e di scrittura (RAM), e di una memoria a sola lettura (ROM).
La memoria RAM, nella quale vengono trasferiti i dati inviati dal PC, ha una capacità compresa tra 1 e 5 Mbyte. Nella memoria ROM è invece registrato il software di controllo che consente la gestione del microprocessore. La sua capacità è compresa tra 512 Kbyte e 1 Mbyte.
Con questo sistema di controllo l'utente è in grado di impostare la configurazione di stampa che desidera, scegliendo tra i diversi font di caratteri

Meccanismo di stampa di una stampante termica

RISCALDATORE
INCHIOSTRO
SENSORE TERMICO
TESTINA TERMICA
VENTILATORE
CARTA

Le stampanti laser sono dotate sia di una memoria di lettura e scrittura (RAM) che di una memoria a sola lettura (ROM)

Meccanismo di funzionamento di una stampante laser, che sfrutta la combinazione della tecnologia laser e di quella elettrofotografica

Tastiera per l'impostazione delle diverse opzioni di una stampante laser

e linguaggi di stampa disponibili.
Oltre a questo sistema intelligente di hardware e software, la stampante è costituita anche da altri elementi che ne rappresentano il cuore. Questi elementi sono:
- *il tamburo fotoconduttore,*
- *il toner,*
- *il sistema laser.*

FUNZIONAMENTO DELLA STAMPANTE LASER

Il principio su cui si basa il suo funzionamento è molto simile al processo elettrofotografico utilizzato nelle fotocopiatrici, del quale segue alcune fasi: la carica, l'esposizione al raggio laser, lo sviluppo, il trasferimento del toner sulla carta, il fissaggio dell'immagine sul foglio, la scarica del tamburo e l'asportazione del toner residuo.
Di tutte queste fasi la più importante è rappresentata dalla sensibilizzazione del tamburo, costituito da un cilindro ricoperto da una sostanza fotoconduttrice. Generalmente questa operazione consiste nel generare una carica elettrostatica sulla superficie del tamburo nei punti colpiti dal raggio laser. In alcuni casi però viene sfruttato il procedimento inverso, e il tamburo, già preventivamente caricato, viene scaricato nei punti colpiti dal raggio laser.
Al termine di questa fase, in qualunque modo

Il principio di funzionamento di una stampante laser è derivato dal processo elettro-fotografico

> *La modulazione della luce è controllata direttamente dal microprocessore tramite uno specchio mobile sul quale il fascio viene riflesso*

venga eseguita, il tamburo rimane caricato elettrostaticamente in corrispondenza dei caratteri trasmessi dal PC; viene perciò formata un'immagine definita *virtuale*, vale a dire invisibile. Questa immagine virtuale, formata dalle cariche elettrostatiche ancora presenti sulla superficie del tamburo, viene portata a contatto con il toner, costi-tuito da minuscole particelle di resina e carbonio caricate con polarità opposta alla carica del tamburo; poiché elementi di carica opposta si attraggono, queste particelle di toner aderiscono alla superficie del tamburo in corrispondenza dei punti in cui è presente la carica. In questo modo l'immagine virtuale del tamburo diventa un'immagine visibile e speculare. La fase successiva prevede che questa immagine venga trasferita al foglio di carta, e ciò avviene quando il tamburo, ruotando, arriva nello stadio di trasferimento. In questo punto è presente una unità corona che genera un campo elettrico tale da strappare le particelle di toner dal tamburo; se fra l'unità corona e il tamburo viene frapposto un foglio di carta, le particelle di toner si depositano su quest'ultimo, formando l'immagine desiderata ma non ancora fissata. Le ultime due fasi vengono svolte dallo stadio di fissaggio, nel quale sono presenti dei cilindri riscaldati attraverso i quali viene fatto passare il foglio in modo che la resina contenuta nel toner fonda e si attacchi definitivamente alla superficie del foglio, e dallo stadio di pulizia del tamburo, che comprende un'ulteriore unità corona per la scarica globale della sua superficie e una spazzola meccanica che asporta le particelle di toner residue. La modulazione del fascio di luce viene controllata dal microprocessore per mezzo di uno specchio mobile che riflette il raggio laser. Durante la scansione di ogni linea il microprocessore pilota direttamente la formazione dei diversi caratteri che questa deve contenere, e controlla l'intensità del raggio in modo da inviare più o meno luce nei punti desiderati.

Porta di ingresso della stampante per i dati relativi all'informazione

Stadio di caricamento della carta in una stampante laser, che richiede formati standard quali il foglio o l'A4

CARATTERISTICHE

Queste stampanti non consentono l'impiego di moduli continui, ma richiedono l'utilizzo di fogli singoli nei diversi formati, quali l'A4, l'A3, il formato foglio, oppure formati non standard. Le caratteristiche più rilevanti sono:
- rumore inferiore a 55 dB,
- risoluzione che va da circa 300 dpi (punti per pollice) a 600 dpi,
- velocità di stampa media di 8/10 pagine al minuto, anche se sono disponibili stampanti in grado di produrre fino a 100 pagine al minuto.

OPERAZIONI CON I CIRCUITI DIGITALI

Un calcolatore digitale deve essere dotato di circuiti in grado di eseguire operazioni aritmetiche, quali somme, sottrazioni, moltiplicazioni e divisioni. Le operazioni di base sono l'addizione e la sottrazione, poiché la moltiplicazione è fondamentalmente una somma ripetitiva, e la divisione una sottrazione concatenata.

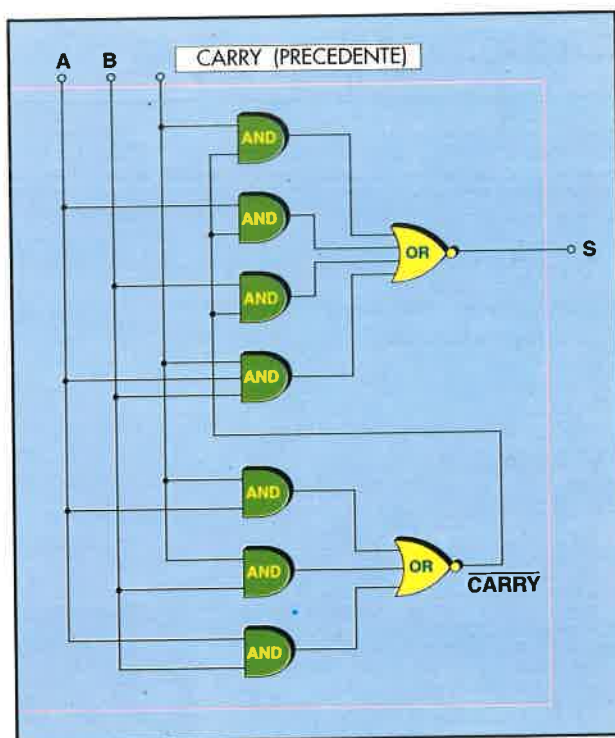
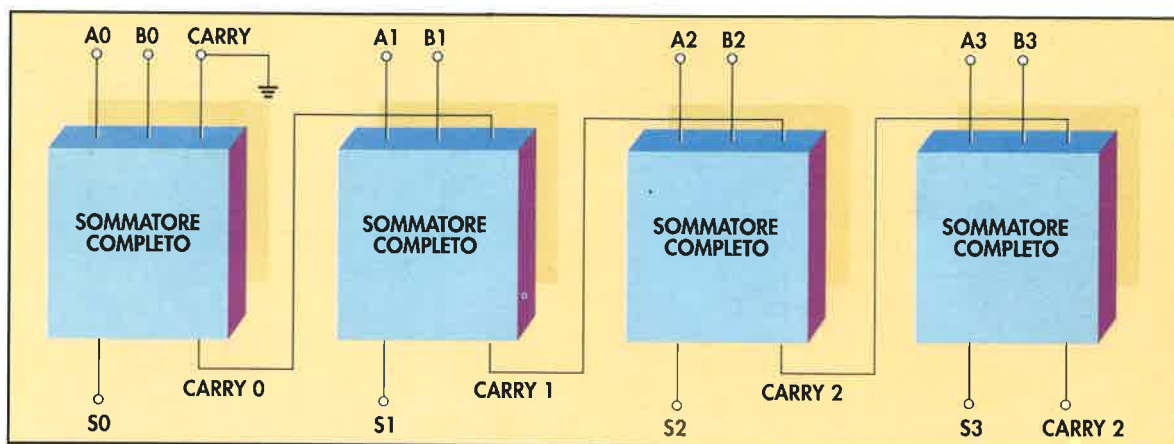
In questo capitolo vengono esaminati i processi utilizzati per lo svolgimento di alcune operazioni di base, molto importanti per comprendere il funzionamento di alcuni circuiti fondamentali di un computer, come ad esempio l'unità aritmetico logica o il microprocessore stesso. Inizialmente viene affrontato il problema relativo all'esecuzione di una addizione.

Quando si sommano due numeri decimali superiori a 100, il cui risultato è costituito da un numero di tre cifre, non è sufficiente sommare le cifre relative alle centinaia di ogni numero, ma anche le cifre che rappresentano le decine, se esistono. Analogamente, quando si utilizzano i numeri binari e si deve eseguire una somma, non si devono solo considerare i digit più significativi dei numeri che devono essere sommati, ma anche i digit meno significativi. Questa condizione si può ottenere con due fasi distinte:

1° - sommando i due bit corrispondenti ai digit meno significativi,

2° - sommando al risultato che si ottiene dalla somma dei digit immediatamente successivi anche il riporto della somma precedente.

Il sommatore a due ingressi viene chiamato *semisommatore* (half adder), e una somma completa richiede l'utilizzo di due semisommatori. La descrizione del semisommatore è già stata fornita nei capitoli precedenti, per cui di seguito verrà esaminato il *sommatore completo* (full adder). Due numeri con più digit possono essere sommati

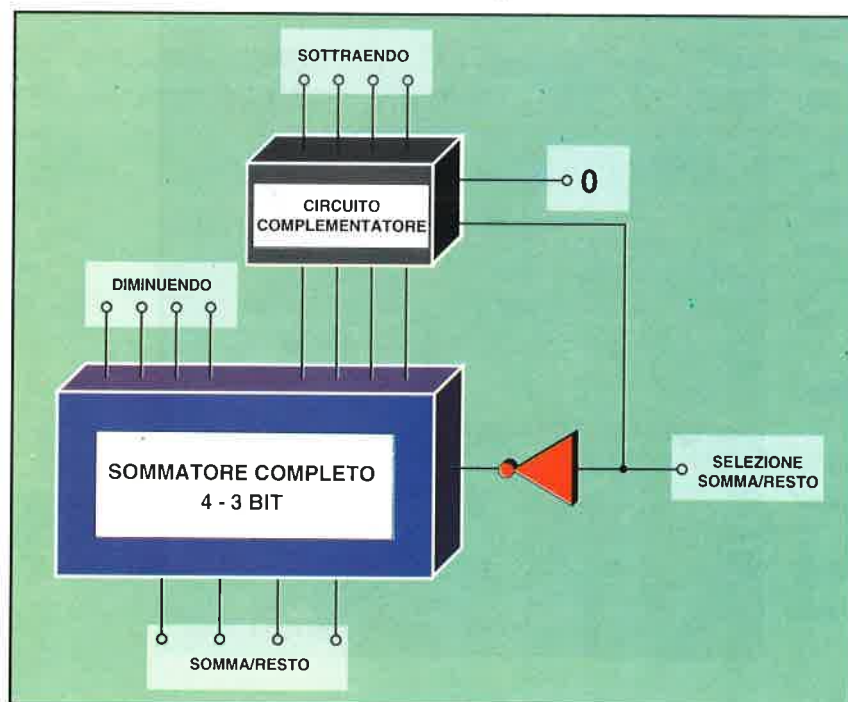
Circuito relativo ad un sommatore completo, nel quale si possono notare l'uscita relativa alla somma e quella di riporto negata

Sommatore parallelo a quattro bit formato da quattro sommatori completi, uno per ciascun bit

in serie, vale a dire una colonna per volta, oppure in parallelo, con tutte le colonne contemporaneamente. Volendo studiare il funzionamento del sommatore parallelo, si considerano dei numeri binari formati da n digit che rappresentano anche gli n livelli logici che costituiscono ciascun numero. La linea ennesima del numero A, corrispondente ad An, rappresenta il digit più significativo.

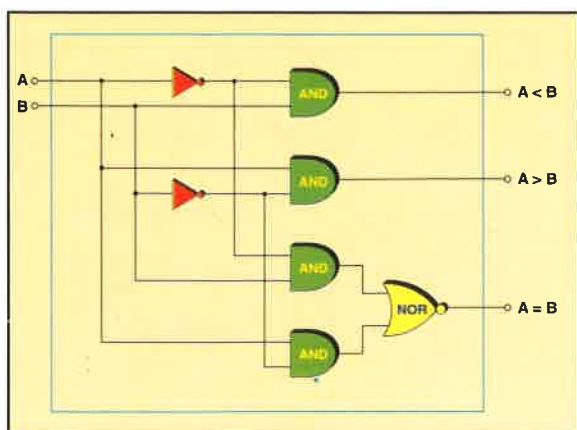
SOMMATORE PARALLELO

Nei circuiti integrati la somma viene realizzata per mezzo di sommatori completi e non con due semisommatori. Generalmente il circuito sommatore ha tre ingressi relativi agli addendi A_n e B_n e al riporto, o *carry*, C_{n-1}. Le uscite sono costituite dalla somma S e dal riporto C_n. La tabella della verità che segue è relativa a un sommatore parallelo.

A_n	B_n	C_{n-1}	S	C_n
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Circuito digitale nel quale sono integrati un sommatore e un circuito di sottrazione

Da questa tabella della verità si possono facilmente dedurre le equazioni logiche corrispondenti alle uscite S e Cn, che corrispondono rispettivamente alla somma e al riporto finale.
Il circuito di figura rappresenta una soluzione per le equazioni relative a un sommatore completo.

SOMMATORE SERIE

In un sommatore serie gli ingressi A e B sono costituiti da due linee sulle quali i bit An e Bn vengono inviati in modo sequenziale

Comparatore digitale in cui due porte AND e una NOR realizzano l'equazione di un circuito NOR-Esclusivo

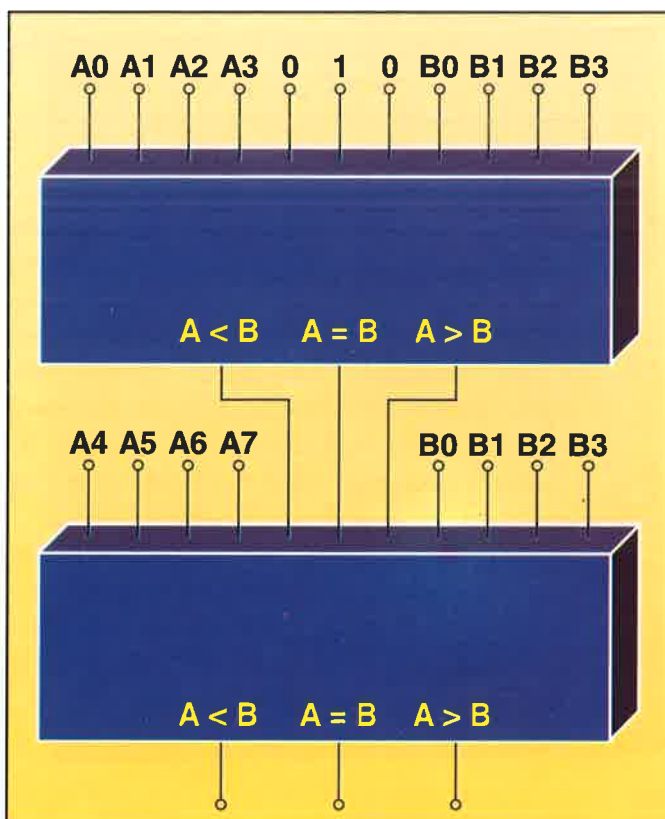
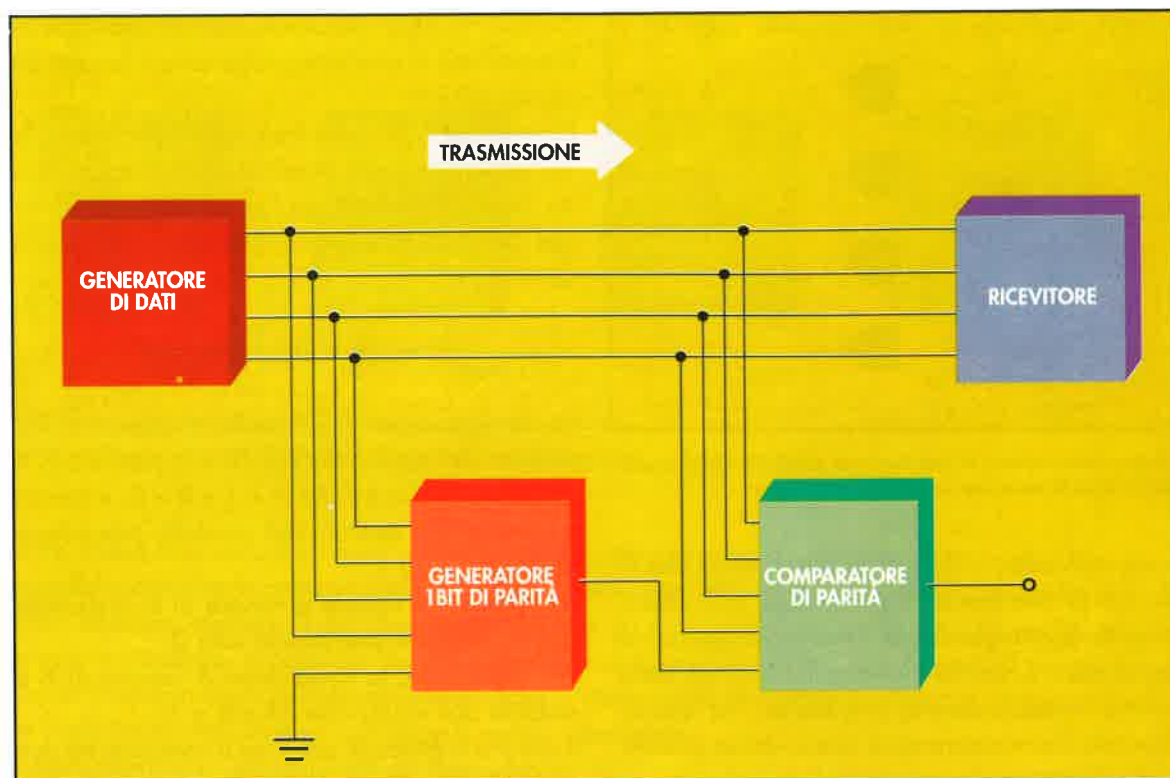
e sincronizzato. Si è detto in precedenza che la somma di due numeri con più digit può essere eseguita aggiungendo alla somma dei digit con lo stesso peso il riporto derivato dal risultato della somma immediatamente precedente. Per quanto riguarda il sommatore serie vale la stessa premessa; l'operazione di somma completa di due numeri ad n bit avviene in n cicli sequenziali, e il bit di riporto di ogni ciclo di somma viene memorizzato e sommato nel ciclo di somma immediatamente successivo. La configurazione di questo circuito differisce da quella del sommatore parallelo completo a causa della presenza di circuiti in grado di generare un tempo di ritardo, corrispondente all'intervallo di tempo che intercorre tra due impulsi successivi. Infatti, l'impulso di riporto deve essere ritardato di questo tempo per fare in modo che possa essere applicato agli impulsi dei digit A e B seguenti nell'istante corretto.
Si osservi che la somma in parallelo è più rapida di quella in serie, poiché tutti i digit vengono sommati contemporaneamente; nel sistema seriale la somma avviene invece in modo sequenziale. Tuttavia, per il sommatore serie è richiesto solamente un sommatore completo, mentre per il sommatore parallelo ne occorre uno per ciascun bit. La somma in parallelo comporta quindi un incremento dei costi rispetto a quella in serie.

COMPARATORE DIGITALE

A volte è necessario sapere se un numero binario A è maggiore, minore, o uguale ad un altro numero B. Il sistema in grado di eseguire questo confronto è denominato *comparatore digitale o binario*. Per poter descrivere il suo funzionamento si prendono in considerazione numeri formati da un solo bit.
Come è già stato detto nei capitoli precedenti, la porta NOR-Esclusiva è un rilevatore di uguaglianza. In effetti, ricordando l'espressione booleana che definisce la porta, si può verificare questa condizione:

$$U = /((A \times /B) + (/A \times B))$$

La condizione per cui A risulta maggiore di B è stabilita dall'equazione A x /B = 1, poiché con A maggiore di B si ha che A = 1 e B = 0, e solo in questo caso il risultato del prodotto precedente corrisponde ad 1.
Se invece A è uguale o minore di B, il risultato dell'espressione precedente vale 0.
Analogamente, la condizione A minore di B è stabilita dall'equazione /A x B = 1.
Il circuito in grado di eseguire il confronto tra due numeri binari, riportato nella figura corrispondente, è formato da due invertitori, due porte AND e da una rete che realizza una porta OR-Esclusiva

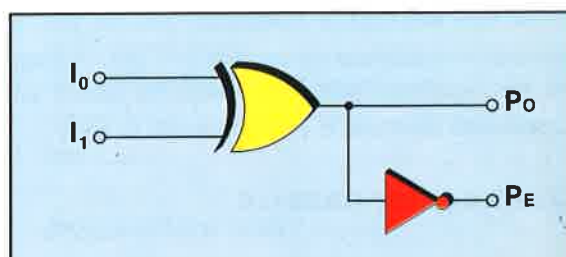
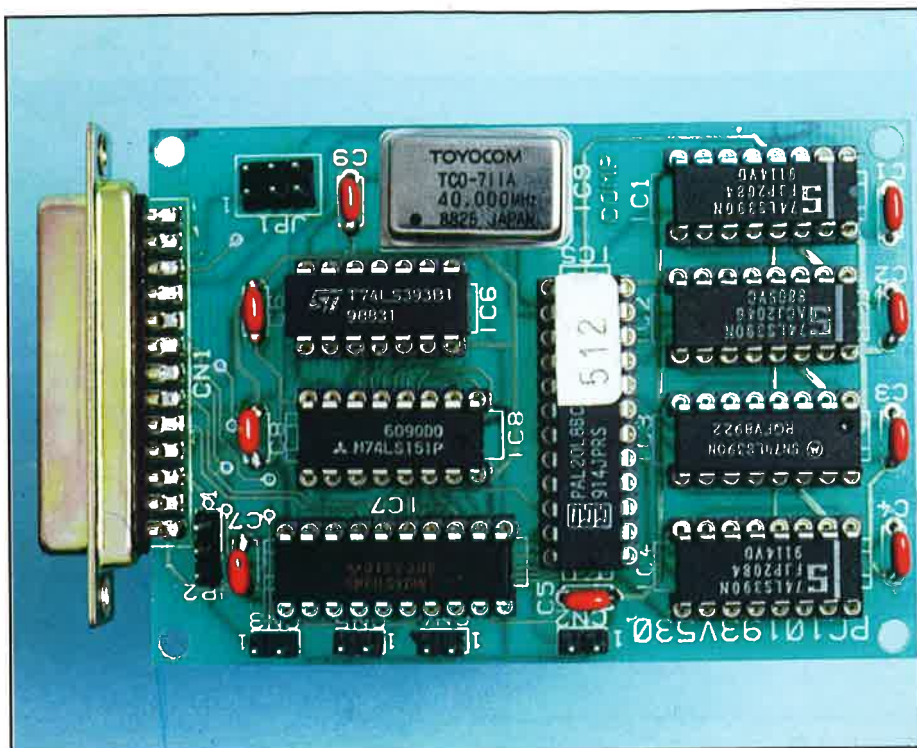
Quando è necessario confrontare due numeri binari con molte cifre si devono utilizzare comparatori collegati in cascata

La verifica del bit di parità risulta di grande utilità quando si deve garantire una certa sicurezza durante la trasmissione di una informazione binaria

con due porte AND e una NOR. I circuiti integrati a media scala di integrazione utilizzati per confrontare valori digitali sono normalmente a 4 bit. Se è necessario confrontare numeri con più cifre si devono utilizzare più elementi in cascata.

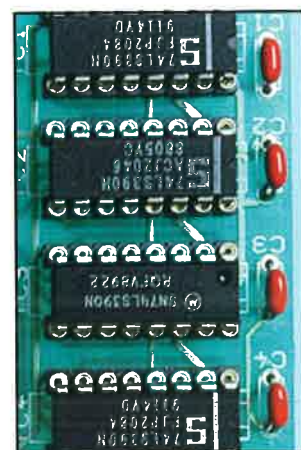
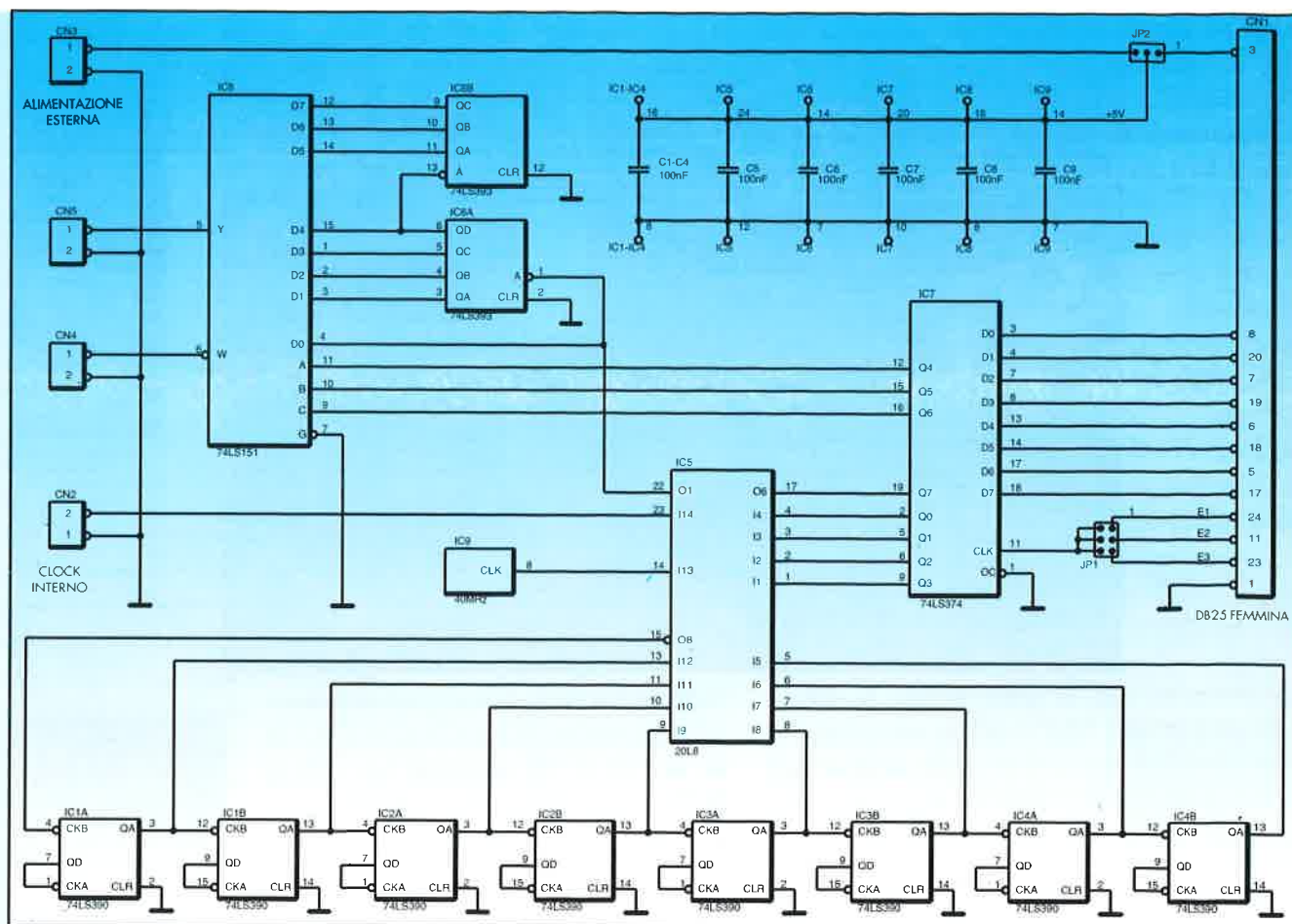
Controllo di parità

Un'altra operazione aritmetica utilizzata molto spesso nei sistemi digitali è costituita dalla somma dei bit binari contenuti in una informazione per determinare se il numero di livelli logici 1 presenti è pari o dispari: per eseguirla si utilizzano delle porte OR-Esclusive, nelle quali l'uscita assume il valore 1 se uno degli ingressi vale 1 e l'altro 0. In questo modo si può dire che l'uscita vale 1 se la somma dei diversi ingressi vale 1.
Se invece si collega uno degli ingressi della porta a massa, si otterrà la condizione opposta per cui l'uscita vale 0 se la parità è dispari (il dato contiene un numero pari di 1), mentre vale 1 se la parità è pari (contiene un numero dispari di 1).

L'utilizzo del codice di parità aumenta la sicurezza nelle trasmissioni delle informazioni binarie; ad esempio, se si genera un bit di parità che viene trasmesso con i segnali relativi all'informazione, nel ricevitore è possibile verificare la parità del segnale ricevuto e confrontarla con quella trasmessa.
Se il risultato del confronto vale 0 si può supporre che nella trasmissione non vi siano stati errori, mentre se compare un 1 significa che in fase di ricezione è stato rilevato un errore.

Controllo di parità realizzato con una porta OR-Esclusivo

Generatore di segnali TTL

Il dispositivo che viene proposto in questo capitolo sarà molto utile a tutti gli hobbisti elettronici, in quanto genera le frequenze di clock necessarie per la verifica dei circuiti digitali.

Quando si deve verificare un circuito, o avviare dispositivi digitali, è assolutamente necessario avere a disposizione un generatore TTL in grado di fornire le diverse frequenze di clock necessarie per poter analizzare il comportamento del circuito. Lo strumento proposto di seguito soddisfa queste necessità, poiché è in grado di operare in due diverse modalità: come generatore TTL o come divisore di frequenza per un segnale TTL conosciuto.

Lo strumento proposto può essere utilizzato come generatore TTL oppure come divisore di frequenza per un segnale TTL noto

Schema elettrico del generatore/divisore TTL.

Nel funzionamento come generatore viene sfruttato un segnale di clock esterno come frequenza pilota che, tramite dei divisori, viene trasformato in diversi segnali la cui frequenza può essere selezionata tra 72 possibili valori, con un valore massimo di 40 MHz (25 ns) e uno minimo di 0,003125 Hz (320 s). Nel funzionamento come divisore invece, la frequenza pilota è costituita dallo stesso segnale TTL applicato all'ingresso, che può essere divisa per valori compresi tra 1 e 12.800.000.000, in una scala di 72 intervalli diversi. Il segnale TTL che si ottiene sulle due uscite dello strumento avrà sempre un ciclo di lavoro (duty cicle) del 50%. Solo quando il circuito viene utilizzato come divisore per 1, il segnale di uscita ha lo stesso ciclo di lavoro del segnale applicato in ingresso.

Componenti che compaiono nell'elenco relativo

Una delle caratteristiche più importanti di questo circuito è costituita dalla possibilità di eseguire il suo controllo in due diversi modi: tramite il circuito per la decodifica degli indirizzi, oppure attraverso la porta parallela del computer. Proprio per questo motivo, la tensione di alimentazione può essere prelevata dal decodificatore stesso o da una sorgente esterna.

Descrizione del circuito

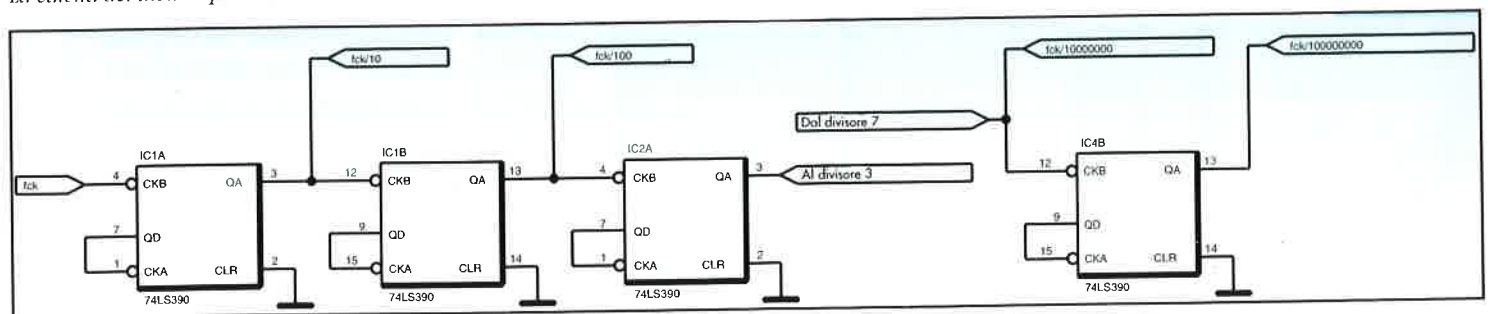
Il generatore TTL è basato su due catene di divisori

di frequenza. La prima di queste esegue divisioni per multipli di 10, mentre la seconda esegue divisioni per multipli di due.
Nello schema riportato nella figura corrispondente si possono osservare i diversi blocchi funzionali che compongono il circuito. Il suo funzionamento generale è il seguente: il segnale viene applicato ad uno degli ingressi del selettore da 9 a 1 e alla prima catena di divisori. Le uscite di ciascun divisore sono direttamente collegate agli otto ingressi rimanenti del selettore, in modo che questo presenti a sua volta in uscita il segnale originale non diviso oppure una delle otto uscite della catena dei divisori per 10. Questo segnale viene inviato ad uno degli ingressi del selettore da 8 a 1 e alla seconda catena di divisori. Le prime sette uscite del divisore per due sono collegate agli ingressi del selettore da 8 a 1. In questo modo sull'uscita di quest'ultimo è possibile ottenere il segnale proveniente dal primo selettore o da una delle sette uscite del secondo gruppo di divisori. In uscita può perciò essere prelevato un segnale la cui frequenza è uguale alla frequenza del segnale di ingresso, oppure con frequenza pari al valore della frequenza di ingresso diviso per 12.800.000.000 in una scala di 72 possibilità..
Di seguito vengono dettagliatamente esaminati tutti i blocchi che compongono il circuito.

Lo schema a blocchi del generatore consente di evidenziare le parti principali del circuito e il loro collegamento

Catena di divisori per 10

Questo insieme è costituito da quattro integrati 74LS390 che contengono due contatori decadici ciascuno. Questi contatori sono del tipo chiamato *bi-quinary* poiché sono formati da un divisore per 2 e da uno per 5.
Generalmente, quando sono impiegati come contatori decadici, il segnale di clock viene prima applicato sull'ingresso CKA del divisore per 2, mentre la sua uscita QA viene collegata all'ingresso CKB del divisore per 5. Così facendo, l'uscita del divisore per 5 si porterà a livello logico alto ogni dieci impulsi di clock di ingresso. Se questa uscita viene applicata ad un altro contatore simile collegato in cascata si ottiene una divisione del segnale di ingresso per 100, e così via. Collegando più contatori in cascata si otterranno delle uscite che forniranno rispettivamente un valore di frequenza pari ad 1/10, 1/100, 1/1000, 1/10000, ecc. della frequenza di ingresso.
L'unico problema in questo tipo di collegamento è che il ciclo di lavoro della frequenza di uscita è pari al 20%.
Per l'applicazione in esame, si è stabilito che tutti i segnali generati devono avere un ciclo di lavoro del 50%, per cui il tempo durante il quale il segnale resta a livello basso deve essere pari al tempo in cui rimane a livello alto.
Per ottenere un ciclo di lavoro del 50% bisogna applicare il segnale di ingresso al terminale CKB del divisore per 5, e collegare tra di loro l'uscita più significativa del divisore per due QD e il suo ingresso CKA, come illustrato nello schema; sul-

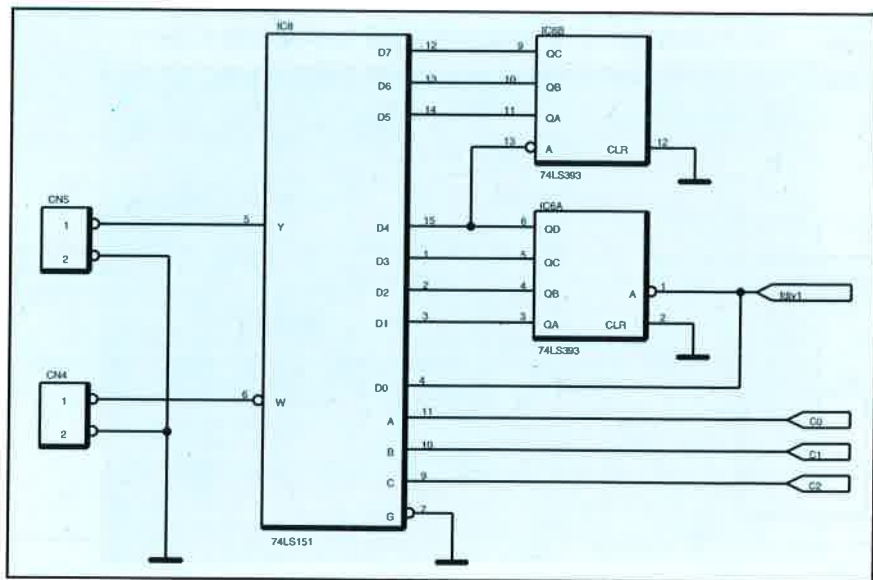
La catena dei divisori per dieci viene realizzata con otto contatori BCD collegati in cascata

La frequenza del segnale di uscita può essere uguale alla frequenza di ingresso, oppure assumere un valore pari ad 1/12.800.000.000 della stessa

l'uscita QA si ottiene un segnale di frequenza dieci volte inferiore a quella applicata in ingresso, e con un ciclo di lavoro del 50%.
L'uscita di ciascun contatore è collegata a uno degli ingressi del selettore da 9 a 1 e al divisore successivo. Se si indica con *fck* la frequenza del segnale applicato all'ingresso del primo divisore, sulla sua uscita è presente un segnale pari a fck/10, mentre sull'uscita del secondo verrà generato un segnale con frequenza pari a fck/100; sull'uscita dell'ottavo divisore si ottiene una frequenza pari a fck/100.000.000.

IC5 integra i selettori 2:1 e 9:1 in un solo integrato

SELETTORI 2:1 E 9:1

Il selettore a due ingressi consente di selezionare il segnale di clock che deve essere applicato alla prima catena di divisori. Si può scegliere tra il segnale interno a 40 MHz, con cui è possibile utilizzare il circuito come generatore di segnali TTL, o un segnale TTL applicato al connettore CN2; in quest'ultimo caso il circuito opera come divisore di frequenza del segnale di ingresso.
L'uscita del selettore da 2 a 1 è collegata all'ingresso della catena di divisori per 10 e ad uno degli ingressi del selettore da 9 a 1. Agli otto ingressi ancora liberi del secondo selettore vengono collegate le otto uscite della catena di divisori per 10. In questo modo, tramite i segnali di controllo che vanno da S1 a S4, la frequenza del segnale di uscita di questo selettore può essere variata da fck a fck/100.000.000.
Le funzioni di entrambi i selettori sono state inserite in un circuito logico programmabile, riducendo in questo modo il numero degli integrati necessari da tre a uno.
Il circuito integrato utilizzato è costituito dalla matrice logica programmabile (Programmable Logic Array) PAL20L8, dotata di 14 ingressi e 8 uscite, delle quali 6 sono utilizzabili sia come ingressi che come uscite. Il circuito è combinatorio, per cui non comprende registri e bistabili ma solo porte logiche che possono essere programmate per ottenere fino a sette prodotti AND per uscita.
Per realizzare la funzione del selettore da 2 a 1 si devono utilizzare tre ingressi e due uscite. L'ingresso I13, CKIN, è collegato all'oscillatore TTL da 40 MHz utilizzato come riferimento interno del generatore. I14, CKEX, è collegato al connettore CN2, al quale viene inviato un segnale TTL quando si utilizza il circuito come divisore di frequenza. La selezione dei due ingressi viene ottenuta per mezzo del segnale CKS, collegato all'ingresso/uscita O6. Le uscite del selettore sono O8, che verrà indicata con CKD, collegata alla catena di divisori per 10, e quella indicata con

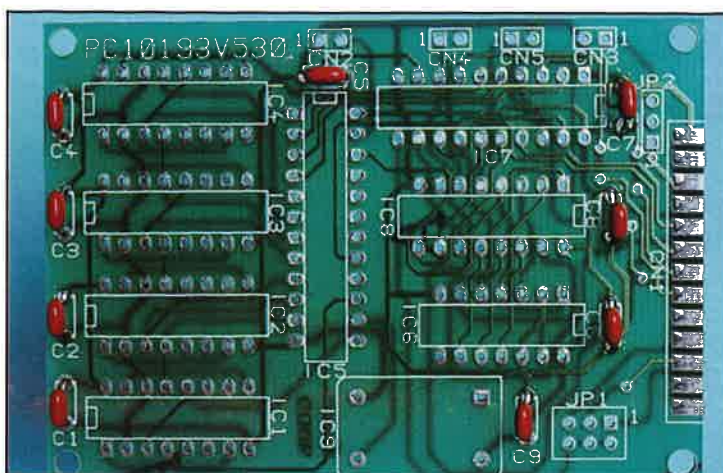
La divisione per due viene ottenuta per mezzo di due contatori binari collegati in cascata. Il selettore 8:1 consente di selezionare il segnale di uscita del circuito

CKOU, utilizzata come ingresso per il selettore da 9 a 1.
Le equazioni che esprimono il funzionamento di questa parte del circuito sono:

/CKD = /CKOU
/CKOU = /CKS * /CKIN + CKS * /CKEX

Il selettore a 9 ingressi sfrutta i terminali I4, I3, I2 e I1 per i segnali di controllo, indicati con le sigle da S4 a S1 rispettivamente. Le uscite della catena dei divisori per 10 sono collegate agli ingressi da I12 a I5, con I12 corrispondente alla divisione per 10 e I5 a quella per 100.000.000. Per le equazioni le divisioni sono state indicate con le sigle che vanno da D1 a D8 rispettivamente. Per realizzare questa funzione vengono utilizzate tre uscite del circuito, due delle quali ausiliarie (OUTA e OUTB) e una principale (OUT) sulla quale compare l'ingresso selezionato.
Le equazioni necessarie per lo svolgimento delle funzioni richieste sono:

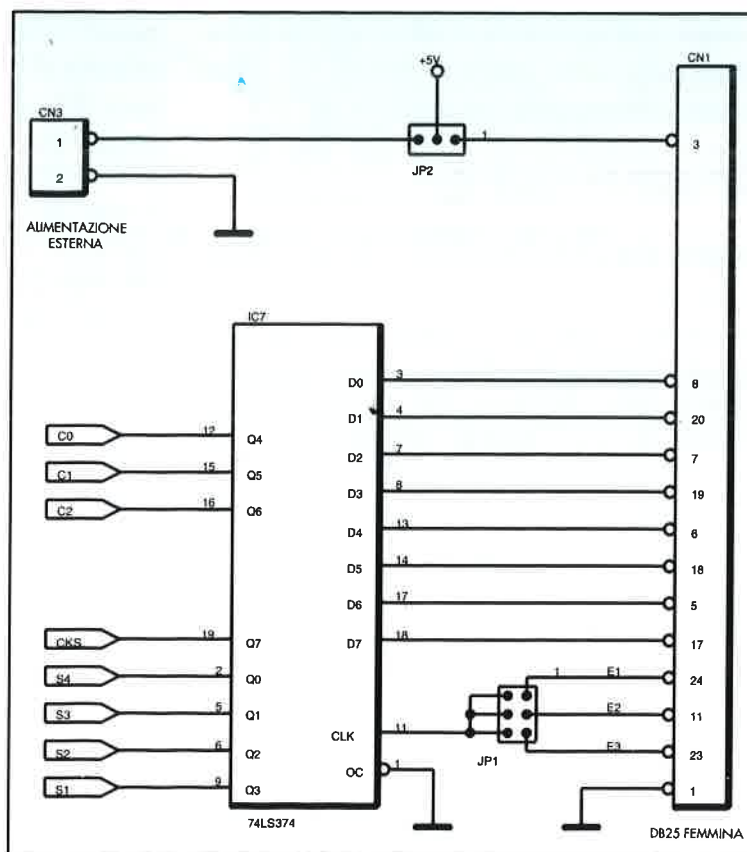
/OUTA = /S2*/S3*/D1 + S2*/S3*/D2
+ /S2*S3*/D3 + S2*S3*/D4
/OUTB = /S2*/S3*/D5 + S2*/S3*/D6
+ /S2*S3*/D7 + S2*S3*/D8
/OUT = S1*/CKOU + /S1*/S4*/OUTA
+ /S1*S4*/OUTB

Catena dei divisori per 2

Questa parte del generatore è composta dal solo integrato IC6, un 74LS393 che contiene due contatori in codice binario naturale.
Il segnale che arriva dal selettore da 9 a 1 viene applicato all'ingresso di clock del primo contatore, per cui sull'uscita Q dello stesso si ottiene un segnale la cui frequenza corrisponde a quella del segnale di clock divisa per 2. Su QB la frequenza risulta divisa per 4, su QC per 8 e su QD per 16.
L'uscita QD del primo contatore viene inviata all'ingresso di clock del secondo. Di conseguenza, sulle uscite di questo contatore si ottengono dei valori di frequenza pari a quello iniziale diviso per 32 (QA), per 64 (QB), per 128 (QC).

I primi componenti che si devono montare sono i condensatori di disaccoppiamento, tutti dello stesso valore

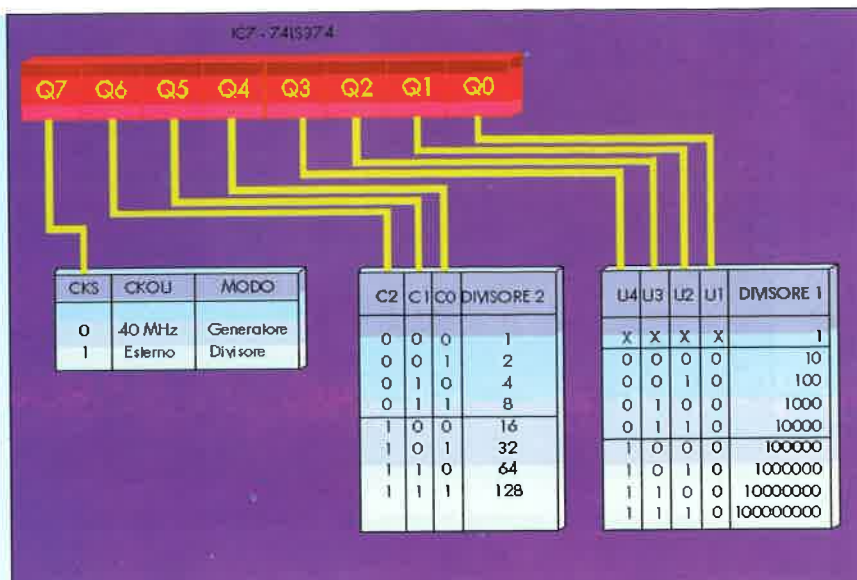
Selettore 8:1

Le sette uscite della catena dei divisori per 2 sono collegate agli ingressi che vanno da D1 a D7 di

Il registro IC7 controlla il funzionamento di tutto il circuito

Una delle caratteristiche del circuito è costituita dal fatto che può essere controllato da un PC in due modi

CKS	CKOU	MODO
0	40 MHz	Generatore
1	Esterno	Divisore

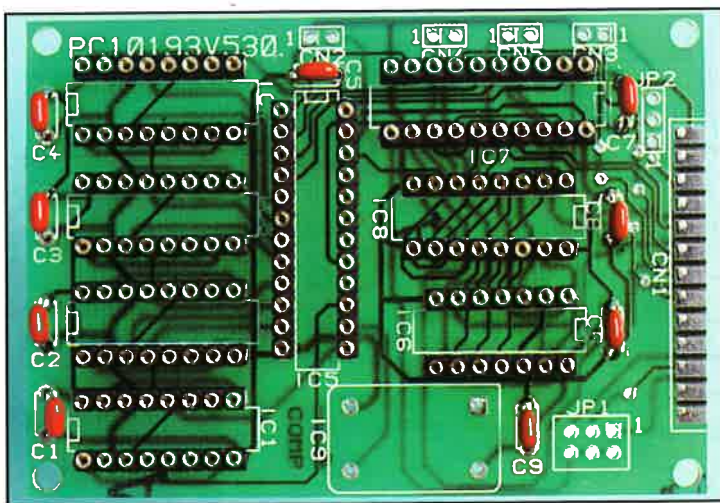
C2	C1	C0	DIVISORE 2
0	0	0	1
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

U4	U3	U2	U1	DIVISORE 1
X	X	X	X	1
0	0	0	0	10
0	0	1	0	100
0	1	0	0	1000
0	1	1	0	10000
1	0	0	0	100000
1	0	1	0	1000000
1	1	0	0	10000000
1	1	1	0	100000000

La modalità di funzionamento e il fattore di divisione si ottengono impostando i valori opportuni per i diversi bit del registro di controllo

un circuito selettore a 8 ingressi IC8, costituito dall'integrato 74LS151. L'ingresso D0 di questo integrato riceve direttamente il segnale dal selettore a 9 ingressi.

In questo modo è possibile selezionare il segnale di uscita del circuito per mezzo dei segnali di controllo C0, C1 e C2, e inviarlo a CN4 e CN5; la frequenza di questo segnale può variare da un massimo corrispondente al valore naturale proveniente dalla prima catena di divisori, fino ad un minimo ottenuto dalla sua divisione per 128.

CIRCUITO DI CONTROLLO

I segnali che controllano il funzionamento dei tre circuiti selettori sono inviati dal computer e memorizzati nel registro a 8 bit IC7, costituito dall'integrato 74LS374. I dati arrivano attraverso il connettore CN1, e vengono caricati nel registro in corrispondenza del fronte di salita del segnale CLK. L'uscita è costantemente abilitata, poiché il terminale OC è collegato a massa. Nella figura corrispondente si possono osservare le combinazioni dei dati che consentono di selezionare il valore di ciascun divisore e la modalità di funzionamento.

Come detto in precedenza, una delle caratteristiche di questo circuito è costituita dalla possibilità di essere controllato dal PC in due modi diversi.

Se si utilizza il circuito per la decodifica degli indirizzi il generatore TTL può essere collegato direttamente al connettore CN2 del primo; per il comando di carica del registro è possibile selezionare uno dei segnali di attivazione forniti dal decodificatore, inserendo il ponte JP1 in una delle tre posizioni E1, E2 o E3.

Se per controllare il generatore TTL si decide di utilizzare la porta parallela, è necessario fornire al circuito una alimentazione esterna, poiché su questo connettore del PC non è presente nessuna tensione di alimentazione. Bisogna quindi impostare JP2 nella posizione corrispondente all'alimentazione esterna, per cui è necessario collegare il terminale centrale di JP2 al terminale del connettore CN3 per l'alimentazione esterna, e applicare +5 V al terminale 1 e la massa al terminale 2 di quest'ultimo. L'alimentazione esterna può essere utilizzata anche in combinazione con il decodificatore degli indirizzi per ridurre l'assorbimento dell'alimentatore del PC; per ottenere questa condizione bisogna spostare il ponticello JP2 nella posizione corrispondente all'alimentazione interna, individuata dal collegamento tra il terminale centrale di JP2 e il terminale del connettore CN1.

Le strisce di terminali femmina servono come zoccoli per i circuiti integrati

MONTAGGIO DEL CIRCUITO

Prima di iniziare il montaggio dei componenti sul circuito stampato si devono preparare le strisce di terminali, maschi e femmina, che servono per realizzare i ponticelli di selezione, i connettori e

gli zoccoli. Queste devono essere formate da:

- 2x3 terminali maschi per JP1
- 3 terminali maschi per JP2
- 4x2 terminali maschi per CN2, CN3, CN4 e CN5
- 2x7 terminali femmina per IC6
- 8x8 terminali femmina per IC1, IC2, IC3, IC4 e IC8
- 2x10 terminali femmina per IC7
- 2x12 terminali femmina per IC5

Come si può osservare, il circuito è a doppia faccia con fori non metallizzati, per cui alcuni terminali devono essere saldati su entrambe le facce dello stampato; per sapere quali di questi richiedono la doppia saldatura basta controllare le isole in cui arrivano le piste presenti sul lato componenti.

I terminali maschi sono utilizzati per i ponticelli e per i connettori di ingresso e di uscita del segnale

Dopo aver preparato le strisce di terminali si possono montare e saldare i condensatori da 100 nF di disaccoppiamento C1-C9. Successivamente devono essere montate le strisce di terminali femmina e maschi nelle rispettive posizioni. Il connettore DB-25 femmina deve essere montato in corrispondenza di CN1, incastrando il circuito stampato tra le file dei suoi terminali; questa operazione deve essere fatta con molta cura, verificando che tutti questi terminali siano perfettamente allineati con le rispettive isole di saldatura. Per evitare errori di posizione è consigliabile saldare inizialmente i terminali esterni, verificare l'allineamento ed eventualmente correggerlo, e procedere con quelli rimanenti. Infine, si deve saldare l'oscillatore nella posizione indicata dalla serigrafia. Al termine è opportuno verificare che tutti i componenti siano stati saldati correttamente e che non ci siano cortocircuiti tra le piste.

Fatto questo controllo si possono inserire i circuiti integrati nei rispettivi zoccoli, seguendo con attenzione le posizioni di installazione indicate sulla serigrafia. IC1, IC2, IC3 e IC4 sono dei 74LS390, IC6 è un 74LS393, IC7 è un 74LS374, IC8 è un 74LS151 e IC5 è una PAL20L8. Quest'ultimo circuito deve essere programmato prima del suo montaggio, poiché se non contiene l'informazione opportuna il generatore non può funzionare. La programmazione può essere fatta direttamente dal lettore sfruttando le equazioni indicate nel testo, oppure si può acquistare la PAL già programmata presso il rivenditore indicato in copertina. Nel dischetto allegato al prossimo fascicolo, contenente il software di controllo per questo dispositivo, sono presenti anche i file necessari per la programmazione di questo circuito integrato. Prima di fornire alimentazione al circuito è opportu-

L'ultima operazione è l'inserimento degli integrati nei rispettivi zoccoli. Il loro orientamento è indicato dalla serigrafia presente sullo stampato

Il circuito non richiede alcuna regolazione per cui, se è stato assemblato correttamente, deve funzionare al primo tentativo

Elenco componenti

Condensatori

C1-C9= 100 nF, multistrato

Circuiti integrati

IC1-IC4 = 74LS390

IC5 =PAL 20L8 (programmata PCS512)

IC6 = 74LS393

IC7 = 74LS374

IC8 = 74LS151

IC9 = Oscillatore TTL 40 MHz in contenitore DIL

Varie

Connettore DB25 femmina a saldare

17 terminali maschi per c.s.

138 terminali torniti femmina per zoccoli

Jumper

Circuito stampato PC10193V530

Cavi di collegamento (opzionali)

Per il collegamento alla porta parallela:

2 connettori DB25 maschi a saldare

Cavo multifilare a 10 conduttori

Per il collegamento al decodificatore di indirizzi:

Connettore DB25 maschio a crimpare

Connettore DB25 femmina a crimpare

Cavo piatto a 25 fili

no ancora una volta ricontrollare tutto il circuito, verificando che i componenti siano montati correttamente, che le saldature siano di buona qualità e complete, e che non siano presenti cortocircuiti.

AVVIAMENTO

Il circuito non richiede alcuna regolazione, per cui se è stato assemblato correttamente deve funzionare subito dopo il suo collegamento. Per evitare danni al computer o al decodificatore di indirizzi, prima di avviare il generatore si consiglia di collegare un alimentatore a CN3 (+ 5V sul terminale 1 e massa sul 2), spostare JP2 nella posizione relativa all'alimentazione esterna, e misurare la tensione presente sui terminali di ciascun integrato. I + 5V devono essere presenti sul terminale 16 di IC1, IC2, IC3, IC4 e IC8, sul terminale 14 di IC6, sul terminale 20 di IC7, e sul terminale 24 di IC5, mentre la massa (0 V) deve essere collegata ai terminali 8 di IC1, IC2, IC3, IC4 e IC8, 7 di IC6, 10 di IC7 e 12 di IC5.

COLLEGAMENTI

Se si desidera utilizzare il generatore in combinazione con il decodificatore di indirizzi è opportuno collegare le due schede per mezzo di un cavo piuttosto che direttamente. Nello schema riportato in figura si può notare che il cavo necessario è di tipo 1:1, con i terminali del connettore maschio coincidenti con quelli del connettore femmina. Per evitare problemi durante la sua costruzione, si consiglia di utilizzare del cavo piatto a 25 fili e dei connettori DB-25 a crimpare.
Se invece il generatore viene pilotato tramite la porta parallela, il cavo di collegamento richiesto è diverso, come si può osservare nello schema corrispondente. Per costruirlo è necessario utilizzare un cavo multifilare dotato di almeno 10 conduttori, e due connettori DB-25 maschi a saldare. Inoltre, non bisogna dimenticare i ponticelli che devono essere effettuati sui terminali del connettore collegato alla porta parallela, e che sono indicati nello schema corrispondente.

UTILIZZO DEL CIRCUITO

Anche se non si tratta di uno strumento con caratteristiche professionali, questo dispositivo può risultare utile in molte applicazioni; ad esempio, può essere impiegato come generatore o divisore per la verifica dei circuiti, oppure come riferimento per la calibrazione di sistemi per l'acquisizione dati o analizzatori logici dotati di una base dei tempi. In questo capitolo è stato descritto esclusivamente l'hardware del generatore TTL; lo strumento, per risultare completo, deve essere abbinato a un software di controllo che verrà fornito nel capitolo successivo. Questo software emula il pannello frontale del generatore e permette il collegamento interattivo tra il circuito e l'utente.

Connessioni dei cavi per il collegamento alla porta parallela e al decodificatore di indirizzi